

## 廃棄冷蔵庫を利用した 完全制御型植物育成装置の製作と植物栽培の研究

第三技術室システム制御技術班

岡井善四郎

### 【はじめに】

最近地球環境の悪化（温暖化、化学物質による土壌汚染、地下水汚染）により、露地栽培そのものが危うくなってきており、将来その生産だけでは食糧不足が懸念される。とりわけ現在の日本では、食糧自給率が極めて低く、憂慮すべき状況である。そこで野菜や穀物などの農作物を効率よく生産する植物工場「農業の工業化」が、世界的にも注目されている。

このような観点に立ち、植物工場の基礎研究として、完全制御型植物育成装置を製作し、光源としてすぐれた特徴を有している発光ダイオード（LED）を利用して、栽培植物に応じた最適栽培条件を見出すことを目的とする。そして、天候その他の環境変化に左右されることのない植物工場普及の足掛かりとなるよう研究を進めたい。

### 【研究方法】

製作：LED を光源とした本格的な植物育成装置が 2～3 社から発売されているが、容量も 60L 前後と小さく、本体価格も 200 万円以上と高い。CO<sub>2</sub> 濃度制御を加えると、更に 50 万円アップとなり、購入は不可能である。そこで電気店で月に何十台と冷蔵庫が廃棄されている現状を鑑みて、300L クラス以上のものを譲り受け、植物育成装置の本体として利用する。温度・湿度制御は、温室用オプションパーツとして、各種のヒーター、加湿器、が市販されているのでこれらを利用し、夜間の低温域は冷蔵庫用のコンプレッサーを用いる。CO<sub>2</sub> の濃度制御は、CO<sub>2</sub> コントローラを購入し、電磁弁を介してボンベからの流入量を制御して安定化を図る。

16 年 5 月初旬、3 ドアタイプで容量 350L と十分な大きさの冷凍冷蔵庫を、電気店から譲り受けた。3 ドアタイプで、水耕栽培方式には都合よく、下段の野菜室を養液入れとして使用することができた。庫内の付属品を取り外し、LED 等を取り付けた。LED は 1 個では確かに熱発生が少ないが、本研究で使用した LED は赤 1350 個、青 360 個と多いためかなりの熱が発生し、冷却しないと 40℃ を超えてしまった。コンプレッサーの冷却能力（冷蔵室 15℃、冷凍庫 -3℃）は落ちていたため、冷却水（水温調節可能 0～20℃）を循環させて温度低下に努めた。図 1 に装置の性能を示す。

項 目	仕 様
CO <sub>2</sub> 濃度制御	0～5000ppm
再現性	±5%
測定精度	±1.5%
温度	
LED 照射時	10～35℃
LED 非照射時	5～35℃
湿度	
LED 照射時	30～60%
LED 非照射時	40～80%

図 1 植物育成装置仕様

図2は、制御時における庫内の温度、湿度変化を、温湿度記録計（佐藤計量器製作所製：SK-L200TH）を使用して、24時間測定した結果である。図3はCO<sub>2</sub>濃度を24時間モニターした結果である。

#### 実験：栽培植物

物には小松菜を選定し、光源としてはこの5年間でそろえ、生育に関してはこれまでの栽培実験から<sup>1),2)</sup>有

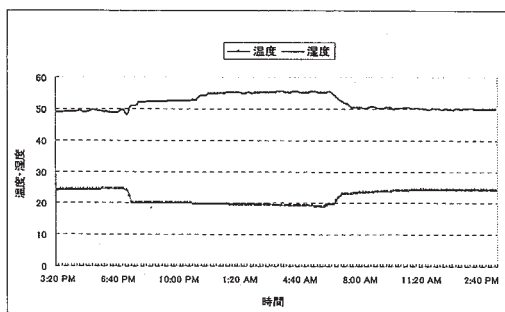


図2 育成装置内の温湿度変化

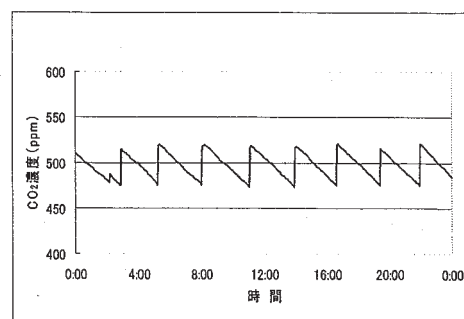


図3 育成装置内のCO<sub>2</sub>濃度変化

効な光源であることが実証できた、赤（644nm）、青色LED（465nm）をR/B比10の条件で、午前6時から午後7時までの13時間照射した。温度は（昼：LED照射時25℃、夜：LED非照射時20℃）、湿度を（昼：50%、夜：55%）に保ち、CO<sub>2</sub>の濃度を300、500、1000、2000、3000ppm、に設定し、栽培実験を行った。

#### 【結果、および考察】

図4はCO<sub>2</sub>濃度の違いによる小松菜の乾燥重量の推移である。300ppmから500ppmに濃度を高くすると3割ほど生育が進んだ。500ppmから1000ppmまでは生育の進み具合は落ち、1000ppmを超えたあたりから、3000ppmまでは、飽和状態となった。

一般に植物の光合成速度は光強度、温度を一定に保った場合、CO<sub>2</sub>濃度が上昇すればするほど増大するといわれおり、低濃度では急激に速度が増加し、ある程度以上の濃度になると増加は穏やかになり、その後は一定になる。この原因として、岡山大学の山田香織氏の「二酸化炭素濃度の植物の気孔開口に与える影響」<sup>3)</sup>の研究からも理解できる。しかし、CO<sub>2</sub>が気孔の開閉に関わるメカニズムについてはまだ未解明である。

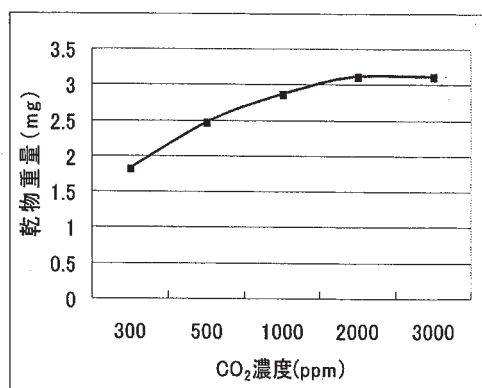


図4 CO<sub>2</sub>濃度依存性

#### 【まとめ】

市販のおよそ10分の1価格で植物育成装置を製作することができた。性能的にも大差なく栽培実験には十分なものである。CO<sub>2</sub>濃度が高ければよいと言うものではなく、栽培植物に応じた最適濃度が存在するものと思われる。他の葉菜類ではどのような生育の推移を示すのか、栽培実験を進めたい。そして植物工場実用化の条件としては、光源（LED）の価格低下とともに、栽培植物に応じた最適栽培条件を見出すことが必須条件である。

#### 参考文献

- 1) 岡井善四郎；高出力半導体発光素子による植物栽培の研究（Ⅲ），福井大学技術部・技術報告集，29－34（2002）
- 2) 岡井善四郎；近赤外・紫外光が植物の生育に与える影響，福井大学技術部・技術報告集，33－38（2003）
- 3) <http://mama.agr.okayama-u.ac.jp/kenkyu/03/kaori/kaori.html>